

## JP11004196

Publication Title:

OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM AND OPTICAL TRANSMITTER THEREFOR

Abstract:

Abstract of JP 11004196

(A) PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical communication system and an optical transmitter which can improve the receiving sensitivity to increase the non-relay transmission range and also to miniaturize the optical antennas of both transmitter and receiver sides. SOLUTION: The continuous beams which are outputted from a laser light source 1 are turned into the impulsive forms via the modulation of intensity undergone by the clock signal synchronous with the data signal and then inputted to an optical phase modulator 2. Meanwhile, the data signal is converted into a DPSK code by an encoder (NRZ/DPSK) 4 and applied to the modulator 2 as a drive signal. Thus, an optical signal of an impulsive form that undergone the phase modulation based on the data signal is generated. This optical signal is amplified by an EDFA 5 and radiated into a space through an optical antenna 6.; The radiated optical signal is received an optical antenna 7, amplified and formed into a waveform. Then the phase change of the optical signal is converted into the intensity change by an optical interferer 10. The converted optical signal undergoes the photoelectric conversion and the data are reproduced by 8 receiving circuit 12.

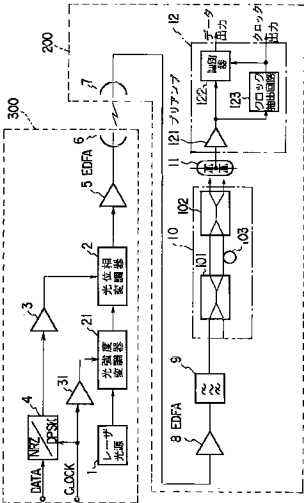
-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>		識別記号		F I	
H 0 4 B	10/152	5 0 2	1/03	H 0 4 B	9/00
	10/142			C 0 2 F	1/03
	10/04			H 0 4 B	9/00
	10/06				
G 0 2 F	1/03				
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L （全 11 頁） 最終頁に続く					

(21)出願番号	特願平9－153583	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成 9 年(1997) 6 月11日	(72)発明者	谷越 貞夫 東京都11野市旭が丘 3 丁目 1 番地の 1 株 式会社東芝日野工場内
		(74)代理人	弁理士 鈴木 武彦（外 6 名）

(54)【発明の名称】 光通信システムとその光送信装置

(57)【要約】  
【課題】受信感度を向上させ、これにより無中継伝送距離の拡大を図るとともに送信側及び受信側の光アンテナの小型化を図ることを可能とする光通信システムとその光送信装置を提供する。  
【解決手段】レーザ光源 1 が出力する連続光をデータ信号にビット同期したクロック信号で強度変調してパルス状にして光位相変調器 2 に入力する。また、データ信号を符号化器（NRZ／DPSK）4 により DPSK 符号に変換し、これを駆動信号として光位相変調器 2 に与える。これによりデータ信号に基づいて位相変調されたパルス状の光信号を生成し、この光信号を EDFA 5 で増幅して光アンテナ 6 から空間に放射する。この放射された光信号を光アンテナ 7 で受信して増幅、波形成形したのち光干渉器 1 0 で光信号の位相変化を強度変化に変換する。この光信号を光電変換したのち受信回路 1 2 でデータ再生するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 空間に放射された光信号を介して情報の伝送を行う光通信システムにおいて、所定の符号で表現されるデータ信号を、当該データ信号にビット同期したクロック信号に基づいて2値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換する符号変換手段と、連続光を発生出力する光源と、この光源の出力光を前記クロック信号に基づいて強度変調することで光パルスを生成する光パルス生成手段と、この光パルス生成手段が出力する光パルスを位相変調する光位相変調器と、この光位相変調器を前記符号変換手段の出力に基づいて駆動する光位相変調器駆動手段と、前記光位相変調器の出力を所定の強度に増幅する光増幅器と、この光増幅器の出力を空間に対して放射する光信号出力手段とを備える光送信装置と、前記光信号出力手段により放射された光信号を受信する光信号受信手段と、この光信号受信手段により受信された光信号を2分岐し、片方の光信号を1ビット遅延させたのち結合して前記受信光信号の位相変化を強度変化に変換する光干渉器と、この光干渉器の出力を光電変換する光電変換器と、この光電変換器の出力からデータ信号を識別再生するデータ再生手段とを備える光受信装置とを具備することを特徴とする光通信システム。

【請求項2】 空間に放射された光信号を介して情報の伝送を行う光通信システムにおいて、所定の符号で表現されるデータ信号を、当該データ信号にビット同期したクロック信号に基づいて2値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換する符号変換手段と、連続光を発生出力する光源と、この光源の出力光を位相変調する光位相変調器と、この光位相変調器を前記符号変換手段の出力に基づいて駆動する光位相変調器駆動手段と、前記光位相変調器の出力光を前記クロック信号に基づいて強度変調することで光パルスを生成する光パルス生成手段と、この光パルス生成手段の出力を所定の強度に増幅する光増幅器と、この光増幅器出力を空間に対して放射する光信号出力手段とを備える光送信装置と、前記光信号出力手段により放射された光信号を受信する光信号受信手段と、この光信号受信手段により受信された光信号を2分岐し、片方の光信号を1ビット遅延させたのち結合して前記受信光信号の位相変化を強度変化に変換する光干渉器

と、この光干渉器の出力を光電変換する光電変換器と、この光電変換器の出力からデータ信号を識別再生するデータ再生手段とを備える光受信装置とを具備することを特徴とする光通信システム。

【請求項3】 空間に放射された光信号を介して情報の伝送を行う光通信システムにおいて、所定の符号で表現されるデータ信号を、当該データ信号にビット同期したクロック信号に基づいて3値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換する符号変換手段と、連続光を発生出力する光源と、この光源の出力光を2分岐し、分岐された光信号の位相を与えられた駆動信号に基づいて変化させたのち結合して出力する第1の光干渉器と、前記符号変換手段の出力に基づいて前記第1の光干渉器を駆動する光干渉器駆動手段と、前記光干渉器の出力を所定の強度に増幅する光増幅器と、この光増幅器の出力を空間に対して放射する光信号出力手段とを備える光送信装置と、前記光信号出力手段により放射された光信号を受信する光信号受信手段と、この光信号受信手段により受信された光信号を2分岐し、片方の光信号を1ビット遅延させたのち結合して前記受信光信号の位相変化を強度変化に変換する第2の光干渉器と、この第2の光干渉器の出力を光電変換する光電変換器と、この光電変換器の出力からデータ信号を識別再生するデータ再生手段とを備える光受信装置とを具備することを特徴とする光通信システム。

【請求項4】 空間に放射された光信号を介して情報の伝送を行う光通信システムで使用される光送信装置であって、所定の符号で表現されるデータ信号を、当該データ信号にビット同期したクロック信号に基づいて2値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換する符号変換手段と、連続光を発生出力する光源と、この光源の出力光を前記クロック信号に基づいて強度変調することで光パルスを生成する光パルス生成手段と、この光パルス生成手段が出力する光パルスを位相変調する光位相変調器と、この光位相変調器を前記符号変換手段の出力に基づいて駆動する光位相変調器駆動手段と、前記光位相変調器の出力を所定の強度に増幅する光増幅器と、この光増幅器の出力を空間に対して放射する光信号出力手段とを備えることを特徴とする光送信装置。

【請求項5】 空間に放射された光信号を介して情報の伝送を行う光通信システムで使用される光送信装置であって、  
所定の符号で表現されるデータ信号を、当該データ信号にビット同期したクロック信号に基づいて2値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換する符号変換手段と、  
連続光を発生出力する光源と、  
この光源の出力光を位相変調する光位相変調器と、  
この光位相変調器を前記符号変換手段の出力に基づいて駆動する光位相変調器駆動手段と、  
前記光位相変調器の出力光を前記クロック信号に基づいて強度変調することで光パルスを生成する光パルス生成手段と、  
この光パルス生成手段の出力を所定の強度に増幅する光増幅器と、  
この光増幅器の出力を空間に対して放射する光信号出力手段とを備えることを特徴とする光送信装置。  
【請求項6】 空間に放射された光信号を介して情報の伝送を行う光通信システムで使用される光送信装置であって、  
所定の符号で表現されるデータ信号を、当該データ信号にビット同期したクロック信号に基づいて3値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換する符号変換手段と、  
連続光を発生出力する光源と、  
この光源の出力光を2分岐し、分岐された光信号の位相を与えられた駆動信号に基づいて変化させたのち結合して出力する光干渉器と、  
前記符号変換手段の出力に基づいて前記光干渉器を駆動する光干渉器駆動手段と、  
前記光干渉器の出力を所定の強度に増幅する光増幅器と、  
この光増幅器の出力を空間に対して放射する光信号出力手段とを具備することを特徴とする光送信装置。  
【請求項7】 前記光干渉器は、マッハツェンダ型光干渉器であることを特徴とする請求項6記載の光送信装置。  
【請求項8】 前記光増幅器は、エルビウムドープ型光ファイバ増幅器であることを特徴とする請求項4、5、6のいずれかに記載の光送信装置。  
【発明の詳細な説明】  
【0001】  
【発明の属する技術分野】本発明は、例えば衛星間光通信において使用される光通信システムとその光送信装置に関する。  
【0002】  
【従来の技術】近年の光通信技術の発展に伴い、様々な環境における光通信システムが開発されつつある。このような状況の中で、例えば人工衛星間で、光ファイバを

介さずに宇宙空間に直接光信号を放射して光信号の伝送を行うシステムが考えられている。この種の光通信システムの従来の構成を図11に示す。

【0003】図11に示す光通信システムは、光送信装置100と光受信装置200とから構成される。光送信装置100において、レーザ光源1から出力される連続光(コヒーレント光)は、光位相変調器2の入力ポートに導かれる。この光位相変調器2には、増幅器3でゲイン調整された符号化器(NRZ/DPSK)4の出力が駆動信号として与えられている。この符号化器(NRZ/DPSK)4は、NRZ符号で表現されるデータ信号を、このデータ信号にビット同期したクロック信号に基づいてDPSK(Differential Phase Shift Keying: 差動同期位相シフトキーイング)符号に変換するもので、これによりレーザ光源1の出力光はこのされる。ここで位相変調された光信号は、エルビウムドープ光ファイバ増幅器(以下EDFAと略す)5で増幅されたのち、光アンテナ6から宇宙空間に放射される。

【0004】この放射された光信号は、宇宙空間を伝搬したのち光受信装置200の光アンテナ7で受信される。この受信された微弱な光信号は、EDFA8で増幅され、狭帯域の光バンドパスフィルタ9で光雑音が減衰させられたのち、光干渉器10に導かれる。この光干渉器10は、光結合器101、102および1ビット光遅延器103を備えており、入力された光信号を光結合器101で2分岐したのち片方の光信号を1ビット光遅延器103により1ビット分だけ遅延させ、光結合器102で再び結合することで入力光信号の位相変化を強度変化に変換するものである。この光干渉器10の出力は光電変換器11で光電変換されて受信回路12に導かれる。

【0005】受信回路12は、プリアンプ121と、識別器122と、クロック抽出回路123とを備え、光電変換器11の出力はプリアンプ121で増幅されたのち2分岐されてそれぞれ識別器122とクロック抽出回路123とに与えられる。クロック抽出回路123では入力信号からクロック信号が抽出され、このクロック信号は外部に出力されると共に識別器122にも与えられる。そして識別器122でデータ信号が識別再生され、受信データが外部に出力される。

【0006】図12を用いて、さらに詳しく上記光通信システムの動作を説明する。ここでは、データ信号として“0100110”を送送すると仮定して説明する。データ信号(a)は、クロック信号(b)と共に符号化器(NRZ/DPSK)4に入力され、クロック信号に同期したDPSK符号(c)に変換される。このDPSK符号は、入力データに“1”が現れるたびに反転するという性質を持った符号であり、光位相変調器2はこのDPSK符号により駆動される。この結果、レーザ光源1からの連続光(d)は、(e)に示すようにDPSK

符号に対応した2つの位相を持つ光信号に変調される。ここでは、位相反転時を0、反転時を $\pi$ として記述している。この変調された光信号(e)は、EDFA5で増幅されたのち、光アンテナ6から宇宙空間に放射される。

【0007】この放射された光信号は、光受信装置200の光アンテナ7で受信され、EDFA8で増幅されて光バンドパスフィルタ9に導かれる。ここで雑音成分が減衰させられたのち、受信光信号は光干渉器10に入力される。

【0008】ここで、光干渉器10の1ビット光遅延器103の出力光信号を図12の(f)に示す。波形(e)および(f)の光信号を光結合器102で結合すると、両波形の位相が互いに逆、すなわち“ $\pi$ ”と“0”または“0”と“ $\pi$ ”の場合、互いに打ち消し合う。一方、両波形の位相が同相、すなわち“ $\pi$ ”同士または“0”同士の場合、互いに強め合う。このため、光干渉器10の出力段においては図12の(g)に示すような強度変調された波形が得られる。この強度変調された光信号は光電変換器11で電気信号に変換され、受信回路12においてクロック再生及び識別再生されて元のデータ信号が再生される。さらに、この波形を反転すれば元の符号列(h)が得られる。

【0009】上記した従来の光通信システムでは、地上系の光ファイバ通信で通常用いられるIM-DD(強度変調・直接検波)方式と比較して約3dB高感度な受信特性が得られることが知られている。

【0010】ところで、例えば地上系における光通信システムのように光ファイバを通信媒体として使用する場合、伝送路途中に光中継器を設けて劣化した光信号の増幅を行うことで通信距離を拡大することができる。ところが、上記のように空間に直接光信号を放射して光信号の伝送を行うシステムにあっては、伝送路途中に光中継器を設けることができない。このため、伝送距離をより拡大するためにはシステムの感度を向上させることが必要であり、さらに高感度の光通信システムの開発が待たれている。特に、衛星間光通信システムにあっては、システムの感度を上げることで人工衛星に搭載される光アンテナのサイズを小さくすることができ、衛星の軽量化を図る点でメリットが大きい。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、空間に直接光信号を放射して光信号の伝送を行う光通信システムにあっては、受信感度をさらに向上させた光通信システムの開発が待たれている。

【0012】本発明は上記事情によりなされたもので、その目的は、受信感度を向上させ、これにより無中継伝送距離の拡大を図るとともに送信側及び受信側の光アンテナの小型化を図ることを可能とする光通信システムとその光送信装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の光通信システムは、空間に放射された光信号を介して情報の伝送を行う光通信システムにおいて、光送信装置に符号変換手段を設けて、例えばNRZ符号などの所定の符号で表現されるデータ信号を当該データ信号にビット同期したクロック信号に基づいて2値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換する。そして、光源の出力する連続光を前記前記クロック信号に基づいて強度変調することで光パルスとし、この光パルスを前記符号変換手段の出力に基づいて例えば0および $\pi$ の2つの位相で変調したのち、光増幅器で所定の強度に増幅して空間に対して放射する。

【0014】光受信装置では、この空間に放射された光信号を増幅して雑音を除去した上で2分岐し、片方の光信号を1ビット遅延させたのち両方の光信号を結合して前記受信光信号の位相変化を強度変化に変換する。この光信号は光電変換器で電気信号に変換され、データ再生手段によりデータ信号が識別再生される。

【0015】このように構成すると、データ信号に応じて位相変調された光信号がパルス的に放射されることになる。このため、従来よりも平均送信パワーを下げることができ、同じ送信パワーで比較した場合、従来よりも受信感度を高めることができる。また、光増幅器に例えばエルビウムドープ型光ファイバ増幅器を用いることで送信光信号のピークパワーを従来よりも上げることができる。これにより、伝送距離を延長することが可能となる。

【0016】また、光送信器において、連続光を位相変調したのちに強度変調して光パルスを生成するようにしても良い。また、データ信号を3値の差動同期位相シフトキーイング符号に変換し、これにより例えばマッハツェンダ型光干渉器を駆動することで、光源の出力する連続光から直接的に位相変調された光パルスを生成するようにしても良い。このようにすることで、部品点数を削減することができ、光通信システムを人工衛星に搭載する際の軽量化を図ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

(第1の実施形態)図1は本発明の第1の実施形態に係る光通信システムの構成を示す図である。なお、図1において図11と同一部分には同一の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。

【0018】図1に示す光通信システムは、光送信装置300と光受信装置200とから構成される。このうち光送信装置300は、光強度変調器21とその駆動回路である増幅器31とを備えている。

【0019】すなわち、光送信装置300において、レーザ光源1の出力光は光強度変調器21の入力ポートに

導かれる。この光強度変調器21には、データ信号にビット同期したクロック信号が増幅器31を介して駆動信号として与えられており、これにより光強度変調器21からはクロック信号に同期したパルス状の光信号が出力される。

【0020】この光強度変調器21の出力は、光位相変調器2に導かれる。この光位相変調器2には、符号化器(NRZ/DPSK)4の出力が増幅器3を介して駆動信号として与えられており、このため光位相変調器2からは、DPSK符号に応じて位相変調されたパルス状の光信号が出力される。そして、光位相変調器2の出力はEDFAで増幅され、光アンテナ6から宇宙空間に放射される。

【0021】図2を用いてさらに詳しく説明する。データ信号(a)はクロック信号(b)と共に符号化器(NRZ/DPSK)4に入力され、クロック信号に同期したDPSK符号(c)に変換される。このDPSK符号化されたデータ信号は増幅器3でレベル調整され、駆動信号として光位相変調器2に与えられる。

【0022】また、クロック信号(b)は増幅器31にも入力されてレベル調整され、駆動信号として光強度変調器21に与えられる。この結果、レーザ光源1が出力する連続光は図2の(d)に示すようにクロック信号に同期したパルス状の光信号に強度変調される。この強度変調光は光位相変調器2に入力され、この結果光位相変調器2からは図2の(e)に示すように、DPSK符号に応じて位相が反転するパルス光が出力される。ここではDPSK符号の“L”および“H”に対応してパルス光の位相を“0”および“ $\pi$ ”として記述する。この位相変調されたパルス光(e)は、EDFA5で増幅されたのち、光アンテナ6から宇宙空間に放射される。ここで、EDFA5はその飽和出力が入力光信号のピークパワーではなく平均パワーで制限されるという性質を持っている。すなわち、EDFA5に入力される光信号をパルス状にしてそのデューティを低減することで、出力側においてはより高いピークパワーを得ることができる。

【0023】この放射された光信号は、光受信装置200の光アンテナ7で受信され、EDFA8および光バンドパスフィルタ9で増幅および雑音の抑制がなされて光干渉器10に入力される。この光干渉器10では、入力された光信号が光結合器101により2分岐され、片方の光信号が1ビット光遅延器103により1ビット分だけ遅延される。この遅延された波形を図2の(f)に示す。この波形(f)は、分岐された他方の光信号と光結合器102で再び結合され、波形(g)に示す強度変調光として出力される。この強度変調光(g)は、光電変換器11で電気信号に変換されたのち受信回路12に入力されてクロック再生及び識別再生され、この波形を反転することで元のデータが再生される。なお、この反転

操作は受信回路12内に図示しない反転器を設けることで行われる。この出力波形を(h)に示す。

【0024】かくして本実施形態では、レーザ光源1が出力する連続光を、データ信号にビット同期したクロック信号で強度変調してパルス状にして光位相変調器2に入力する。また、データ信号を符号化器(NRZ/DPSK)4によりDPSK符号に変換し、これを駆動信号として光位相変調器2に与える。これによりデータ信号に基づいて位相変調されたパルス状の光信号を生成し、この光信号をEDFA5で増幅して光アンテナ6から空間に放射する。この放射された光信号を光アンテナ7で受信して増幅、波形成形したのち光干渉器10で光信号の位相変化を強度変化に変換する。この光信号を光電変換したのち受信回路12でデータ再生する。

【0025】これにより、光送信装置300と光受信装置200との間での空間を介した光伝送が可能となる。また、伝送光信号をパルス状にしているの、同じ送信パワーと比較した場合、従来よりも受信感度を高めることができる。さらに、光送信装置300においてエルビウムドープ型光ファイバ増幅器で光信号を増幅出力することにより出力光のピークパワーを上げることができ、これにより伝送距離を延長することが可能となる。

【0026】(第2の実施形態)図3は本発明の第2の実施形態に係る光通信システムの構成を示す図である。なお、図3においても図11と同一部分には同一の符号を付して示し、詳細な説明は省略する。

【0027】図3に示す光通信システムは、光送信装置400と光受信装置200とから構成される。このうち光送信装置400は、3値符号発生器41と、マッハツェンダ型光干渉器22(以下MZ型光干渉器22と略記する)とを備えている。

【0028】すなわち、光送信装置400において、レーザ光源1の出力光はMZ型光干渉器22を介してEDFAに導かれ、増幅されて光アンテナ6から宇宙空間に放射される。

【0029】このMZ型光干渉器22には、3値符号発生器41の出力が増幅器3を介して駆動信号として与えられる。さらに、この3値符号発生器41には、クロック信号と共に符号化器(NRZ/DPSK)4の出力が与えられている。

【0030】符号化器(NRZ/DPSK)4および3値符号発生器41の構成を図4に示す。符号化器(NRZ/DPSK)4は、ANDゲート401およびT型フリップフロップ402を備え、NRZ符号で表現されるデータ信号をクロック信号と共にANDゲート401に入力し、その出力をT型フリップフロップ402に入力することで2値のDPSK符号が得られる。3値符号発生器41は、ANDゲート403、NOTゲート404、ORゲート405および電圧加算器406を備えている。符号化器(NRZ/DPSK)4が出力する2値

のDPSK符号は2分岐され、ANDゲート403とORゲート405に与えられる。またクロック信号も2分岐され、片方はANDゲート403に、他方はNOTゲート404で反転されてORゲート405に与えられる。そして、ANDゲート403とORゲート405の出力を電圧加算器406で加算することで、3値符号発生器41からはクロック信号に同期した3値のDPSK符号が出力される。この3値のDPSK符号は、後述するMZ型光干渉器22の特性に応じて強度調整され、MZ型光干渉器22に駆動信号として与えられる。この駆動信号は、図5に示すように $3/2V\pi$ 、 $V\pi$ 、 $1/2V\pi$ の3つの値をとる。

【0031】図6にMZ型光干渉器22の構成を示す。このMZ型光干渉器22は例えばLiNbO<sub>3</sub>（ニオブ酸リチウム）結晶からなるもので、入力される光信号を2分岐してそれぞれ光導波路11、12に導き、これらの光導波路11、12の屈折率差を駆動電圧により変化させて再び結合することで入力光信号の透過率と位相を制御するものである。

【0032】このMZ型光干渉器22の入出力特性（印加電圧－透過率）を図7に示す。駆動電圧を増加していくと分岐された光信号の位相差は連続的に変化し、これと共に透過率は正弦的に変化する。位相差が $\pi$ 、すなわち透過率が0%となるところの駆動電圧を $V\pi$ とすると、駆動電圧が $1/2V\pi$ および $3/2V\pi$ の点では、透過率が50%で位相差が $\pi$  [rad]異なる光出力が得られる。すなわち、駆動信号として $1/2V\pi$ 、 $V\pi$ 、 $3/2V\pi$ の値をとる電圧をMZ型光干渉器22に与えることで、直接的に位相変調された光パルスを得ることができる。

【0033】図8に本実施形態における信号波形を示す。データ信号(a)とクロック信号(b)はまず符号化器(NRZ/DPSK)4に入力されて2値のDPSK符号に変換され、3値符号発生器41にクロック信号と共に入力されて3値のDPSK符号(c)となる。この3値のDPSK符号(c)は増幅器3で $1/2V\pi$ 、 $V\pi$ 、 $3/2V\pi$ の値をとるべくレベル調整され、駆動信号としてMZ型光干渉器22に与えられる。すると、このMZ型光干渉器22はレーザ光源1の出力する連続光から、直接的に(d)に示すような位相変調された光パルスを発生出力する。この出力光はEDFA5で増幅されて光アンテナ6から空間に向け放射される。一方、光受信装置200においては、上記第1の実施形態と同様の過程をたどり、受信した光信号が2分岐されて片方の光信号が1ビット遅延され(図8の(e))、結合されて(f)の強度変調光となり、光電変換されたのち反転されて元のデータ(g)が再生される。

【0034】かくして本実施形態では、データ信号をクロック信号に基づいて3値のDPSK符号とし、これを $1/2V\pi$ 、 $V\pi$ 、 $3/2V\pi$ の値をとるべくレベル調

整してMZ型光干渉器22に与える。これによりレーザ光源1の出力する連続光から直接的に2値に位相変調された光パルス信号を得ることができる。このため更に構成を簡略化した光通信システムを提供でき、例えば人工衛星に搭載して使用する際にシステムの軽量化、小型化を図ることができる。

【0035】なお、本発明は上記各実施形態に限定されない。例えば第1の実施形態ではレーザ光源1の出力光を強度変調したのちに位相変調するようにしたが、この順番は任意で良く、例えば位相変調された光信号を強度変調するようにしても良い。すなわち、レーザ光源1の出力光を光位相変調器2で位相変調したのち、光強度変調器21で強度変調して出力するようにしても良い。このようにしたシステムの構成例を図9に示す。

【0036】すなわち、図9の500に示す光送信装置は、レーザ光源1の出力光を光位相変調器2に入力して2値に位相変調し、その出力を光強度変調器21に入力してパルス状の出力光を得るものとなっている。ここで、光位相変調器2には2値のDPSK符号が、光強度変調器21にはクロック信号がそれぞれ駆動信号として与えられるようになっている。このように構成しても、上記第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0037】また上記各実施形態では片方向通信を行う場合を例として説明したが、双方向通信システムに本発明を適用することももちろん可能である。このようにしたシステムの構成例を図10に示す。すなわち、光受信装置200と光送信装置300（または400、500）とを光カップラ50を介して接続した系を2つ設けてそれぞれ上り側および下り側とし、異なる光波長 $f_1$ および $f_2$ により通信を行う波長多重システムに本発明を適用することが可能である。

【0038】また、上記各実施形態では光通信システムを人工衛星に搭載して衛星間で宇宙空間を介して通信を行う場合を想定して説明したが、光通信システムを地上に構築し、地上－衛星間で通信を行うようにしてもよい。あるいは、地上において光ファイバを介さない光通信システムとして本発明を応用することが可能である。この他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施が可能である。

【0039】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、位相変調した光信号をパルス状にして出力するようにしたので、従来よりも平均送信パワーを下げることができ、同じ送信パワーで比較した場合、従来よりも受信感度を高めることができる。また、光増幅器に例えばエルビウムドープ型光ファイバ増幅器を用いることで送信光信号のピークパワーを従来よりも上げることができるようになり、伝送距離を延長することが可能となる。

【0040】以上により、受信感度を向上させ、これにより無中継伝送距離の拡大を図るとともに送信側及び受

信側の光アンテナの小型化を図ることを可能とする光通信システムとその光送信装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光通信システムの構成を示すブロック図。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る光通信システムの動作を説明するための波形図。

【図3】本発明の第2の実施形態に係る光通信システムの構成を示すブロック図。

【図4】符号化器(NRZ/DPSK)4および3値符号発生器41の構成例を示す論理回路図。

【図5】MZ型光干渉器22の駆動信号としてのDPSK符号を示す波形図。

【図6】MZ型光干渉器22の構成を示す概念図。

【図7】MZ型光干渉器22の入出力特性を示す特性図。

【図8】本発明の第2の実施形態に係る光通信システムの動作を説明するための波形図。

【図9】本発明の実施形態の他の例を示すブロック図。

【図10】本発明の双方向通信システムに対する適用例を示す概念図。

【図11】従来の光通信システムの構成を示すブロック図。

【図12】従来の光通信システムの動作を説明するための波形図。

【符号の説明】

100、300、400、500…光送信装置

200…光受信装置

1…レーザ光源

2…光位相変調器

3…増幅器

4…符号化器(NRZ/DPSK)

5、8…エルビウムドープ光ファイバ増幅器(EDFA)

6、7…光アンテナ

9…光バンドパスフィルタ

10…光干渉器

101、102…光結合器

103…1ビット光遅延器

11…光電変換器

12…受信回路

121…プリアンプ

122…識別器

123…クロック抽出回路

21…光強度変調器

31…増幅器

41…3値符号発生器

401、403…ANDゲート

402…T型フリップフロップ

404…NOTゲート

405…ORゲート

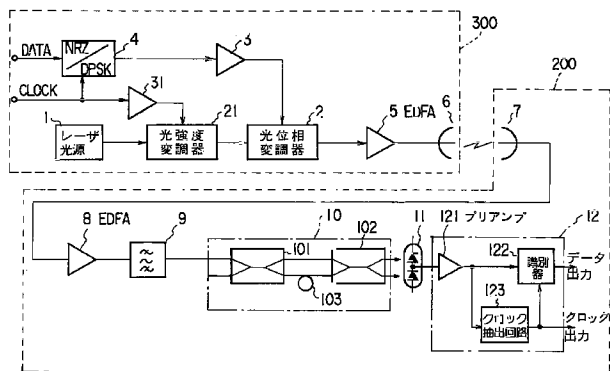
406…電圧加算器

22…マッハツェンダ型光干渉器(MZ型光干渉器)

50…光カプラ

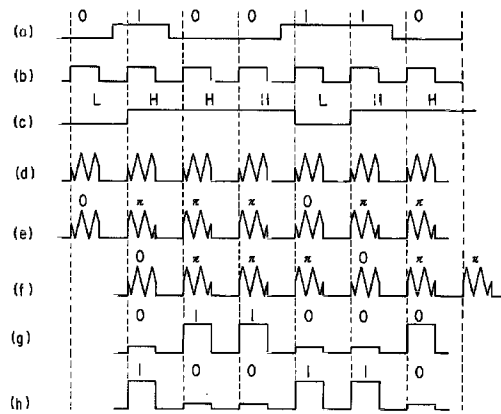
60…光アンテナ

【図1】

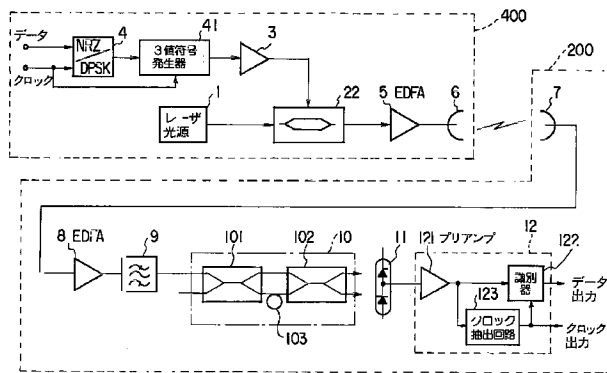




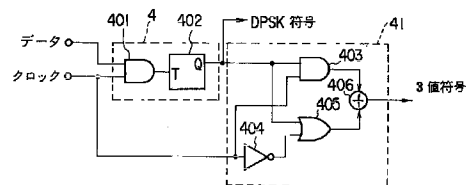
【図2】



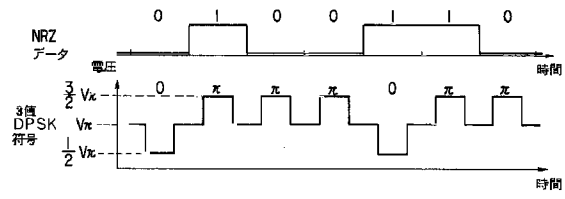
【図3】



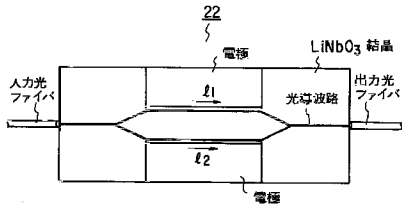
【図4】



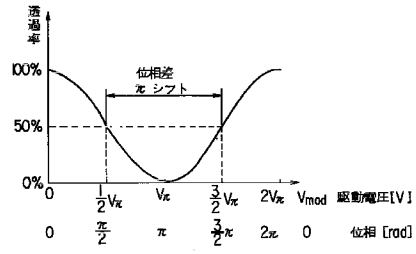
【図5】



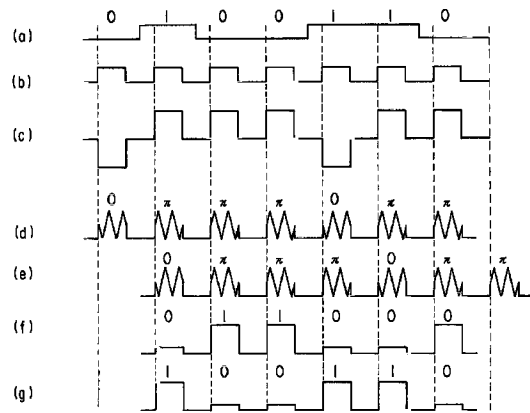
【図6】



【図7】

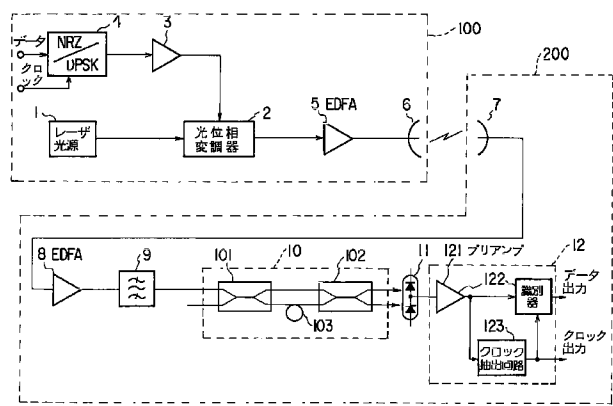


【図8】





【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 B

10/105

10/10

10/22

識別記号

F I